

УДК 004.94

*Ольга Зінов'єва, старший викладач кафедри комп'ютерних наук,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна*

ОЦІНКА ЗНАЧУЩОСТІ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ ЗАСОБАМИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ GPSS

Анотація. У статті розглядається підхід до оцінки значущості факторів, що впливають на функціонування виробничої системи, із застосуванням дисперсійного аналізу (ANOVA) на основі результатів імітаційного моделювання в GPSS..

Ключові слова: дисперсійний аналіз, ANOVA, GPSS, виробнича система, імітаційне моделювання, оптимізація виробництва.

Abstract. The article considers an approach to assessing the significance of factors affecting the functioning of a production system using analysis of variance (ANOVA) based on the results of simulation modeling in GPSS.

Keywords: analysis of variance, ANOVA, GPSS, production system, simulation modeling, production optimization

Сучасні виробничі системи є складними багатofакторними об'єктами, динаміка яких визначається взаємодією технічних, організаційних і людських чинників. У процесі прийняття рішень щодо модернізації або оптимізації таких систем виникає необхідність визначити основні фактори, які мають найбільший вплив на результати функціонування. Одним із ефективних підходів до цього завдання є використання дисперсійного аналізу (ANOVA) на базі даних, отриманих у результаті імітаційного моделювання, зокрема в середовищі GPSS (General Purpose Simulation System).

GPSS - одна з найстаріших, проте все ще актуальних мов моделювання, спеціально розроблена для дискретно-подієвого моделювання. Завдяки чіткій блоковій структурі GPSS дозволяє будувати моделі складних систем, таких як виробничі лінії, логістичні мережі чи системи обслуговування.

Переваги GPSS для дослідження виробничих систем:

- відображення черг, ресурсів, логіки обробки;
- моделювання випадкових подій (затримки, відмови);
- можливість формалізованого проведення обчислювальних експериментів;
- генерація вихідних даних у вигляді статистичних звітів

Дисперсійний аналіз доповнює можливості GPSS. Дисперсійний аналіз (ANOVA) є класичним статистичним методом для порівняння середніх значень кількох груп та оцінки впливу факторів на залежну змінну. Дисперсійний аналіз дозволяє визначити, чи є зміна якого-небудь параметра моделі дійсно значущою у зміні результатів, тобто, чи істотно це змінює підсумкові характеристики, що видаються у звіті. Наприклад, як збільшення швидкості обслуговування транзакту у пристрої на певну величину зменшує час очікування. Задачею дисперсійного аналізу є визначення того, чи буде це зменшення значущим, або воно буде знаходитися в межах випадкових коливань даної величини.

Сутність дисперсійного аналізу складається в розбитті загальної дисперсії ознаки на три види дисперсії: міжгрупову, внутрішньогрупову та залишкову:

$$S_{\text{заг}}^2 = S_{\text{гр}}^2 + S_{\text{вн}}^2 + S_{\text{зал}}^2.$$

За допомогою ANOVA перевіряється гіпотеза про відсутність впливу фактору. Для перевірки гіпотези використовується F-розподіл Фішера. Критерій Фішера визначає відношення двох вибірових дисперсій. Якщо фактор суттєво впливає на відгук, то значення F-розподілу стають більшими, а F-статистика – значущою. Таким чином, великі значення критерію Фішера приводять до відкидання гіпотези про відсутність впливу фактору, тобто фактор є значущим.

Даний алгоритм є вбудованою процедурою в систему GPSS World. На рис. 1 наведена таблиця ANOVA, отримана в GPSS World.

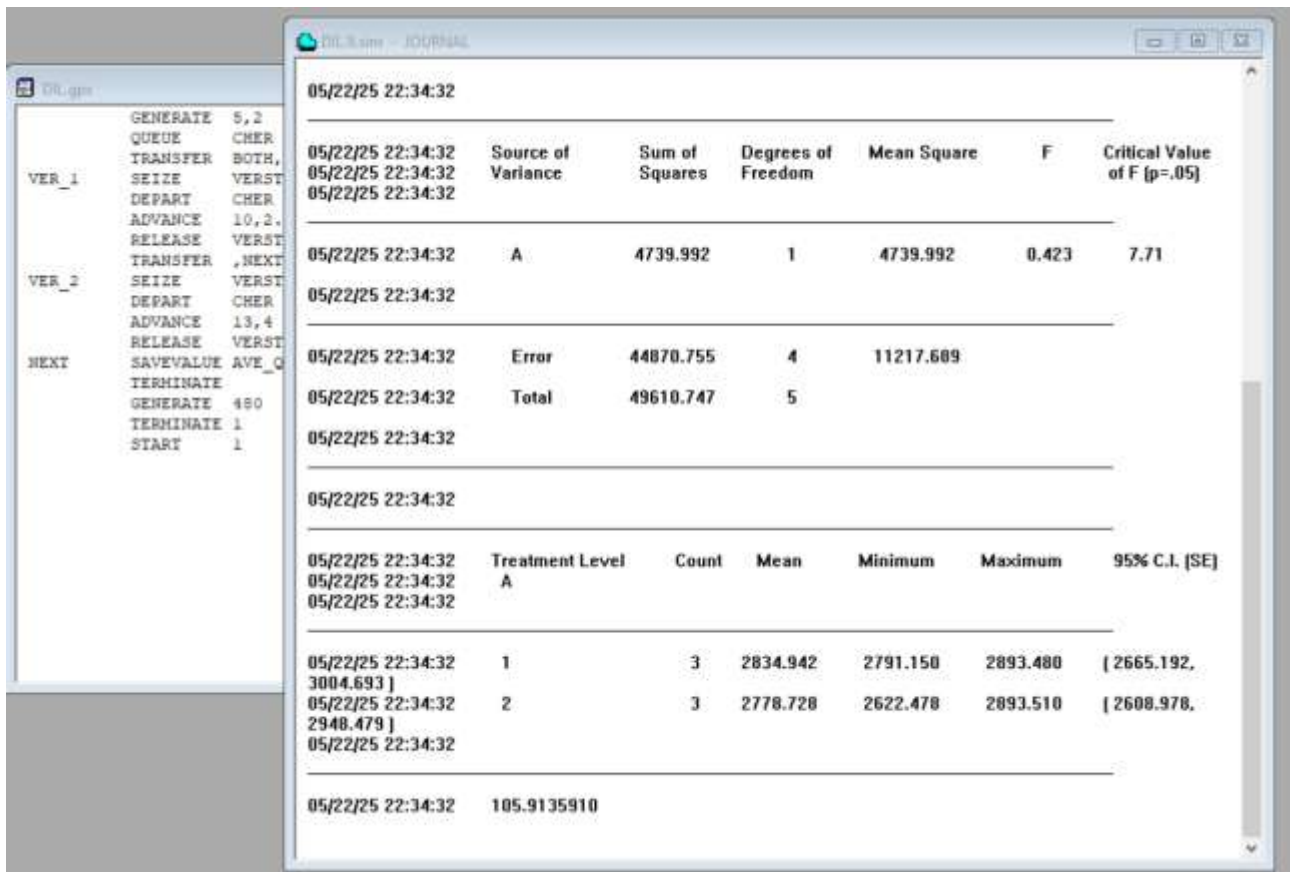


Рисунок 1 – Таблиця ANOVA

Для проведення експерименту необхідно створити сценарії, які дозволять варіювати фактори та фіксувати залежні змінні. Це може включати створення кількох симуляцій із різними налаштуваннями. Наприклад, можна провести кілька сценаріїв з різними рівнями обладнання чи виробничих потужностей.

Отримані результати можуть бути використані для ухвалення обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на оптимізацію виробничої системи. Наприклад, можна визначити, які фактори вимагають найбільшої уваги та інвестицій для підвищення продуктивності, зниження витрат чи покращення якості продукції. Таким чином, застосування дисперсійного аналізу на основі моделей GPSS є потужним інструментом для оцінки та оптимізації виробничих систем.

Інтеграція моделей GPSS та дисперсійного аналізу дозволяє проводити багатofакторний аналіз виробничої системи в умовах імітаційного експерименту.

Після побудови моделі GPSS і визначення факторів, що цікавлять, запускається серія імітацій з різними значеннями цих факторів. Зібрані дані аналізуються за допомогою ANOVA, що дозволяє виявити найбільш значущі фактори, що істотно впливають на ефективність виробничого процесу

Дисперсійний аналіз є важливим інструментом для вибору оптимальних параметрів GPSS-моделей в умовах стохастичної невизначеності. Цей метод дозволяє дослідникам більш глибоко зрозуміти, як різні фактори та параметри впливають на продуктивність системи, що у свою чергу сприяє більш ефективному управлінню ресурсами та зниженню витрат.

В результаті використання GPSS та дисперсійного аналізу може значно покращити процеси прийняття рішень та оптимізувати функціональність різних систем в умовах реальної невизначеності, сприяючи конкурентоспроможності та ефективній роботі сучасних організацій.

Список використаних джерел

1. Томашевський В. М. Моделювання систем. Київ: Видавнича група BHV, 2005. 352 с.
2. Соколовський Я. І. , Шабатура Ю. В., Виклюк Я. І. Моделювання систем в середовищі GPSS World. Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. 288 с.
3. Жерновий Ю. В. Імітаційні моделі надійності: практикум з використання GPSS World. Житомир: ДП «Житомир-Poligraf», 2020. 168 с.
4. Sayama H. Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. Open SUNY Textbooks, 2015. 479 p.